

**INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA – CAMPUS SALVADOR  
CURSO TÉCNICO SUBSEQUENTE EM SANEAMENTO**

**CLARISSA DE JESUS SILVA  
JOSÉLIA DOS SANTOS SANTANA**

**APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA SIG PARA CARACTERIZAÇÃO  
MORFOMÉTRICA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA: ESTUDO DE CASO DA  
MICROBACIA DE ITAPAGIPE NA REGIÃO DE SALVADOR-BA**

**Salvador, BA**

**2025**

**CLARISSA DE JESUS SILVA  
JOSÉLIA DOS SANTOS SANTANA**

**APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA SIG PARA  
CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DE UMA BACIA  
HIDROGRÁFICA: ESTUDO DE CASO DA MICROBACIA DE  
ITAPAGIPE NA REGIÃO DE SALVADOR-BA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia da Bahia e ao Departamento  
Acadêmico de Construção Civil para avaliação e  
obtenção de certificação no curso Técnico Nível  
Médio em Saneamento.

Orientador: Aristides Fraga Lima Filho

**Salvador, BA**

**2025**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS DO IFBA, COM OS  
DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

S586a Silva, Clarissa de Jesus

Aplicação de uma ferramenta SIG para caracterização, morfométrica de uma bacia hidrográfica: estudo de caso da microbacia de Itapagipe na região de Salvador-Ba / Clarissa de Jesus Silva; Josélia dos Santos Santana; orientador Aristides Fraga Lima Filho -- Salvador, 2025.

44 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Saneamento) -- Instituto Federal da Bahia, 2025.

1. Bacia hidrográfica de Itapagipe. 2. Caracterização morfométrica. 3. Sistema de Informações Geográficas (SIG). 4. Qgis. I. Santana, Josélia dos Santos, colab. II. Lima Filho, Aristides Fraga, orient. III. TÍTULO.

CDU 556.51

**CLARISSA DE JESUS SILVA**  
**JOSÉLIA DOS SANTOS SANTANA**

**APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA SIG PARA CARACTERIZAÇÃO  
MORFOMÉTRICA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA: ESTUDO DE CASO DA  
MICROBACIA DE ITAPAGIPE NA REGIÃO DE SALVADOR-BA**

Salvador-BA, 17 de Fevereiro de 2024.

Comissão Examinadora:

---

**Prof.Dr. Aristides Fraga Lima Filho**

IFBA- Salvador

(Orientador)

---

**Prof.Ma. Marion Cunha Dias Ferreira**

IFBA- Salvador

---

**Prof.Dr. Luís Cláudio Alves Borja**

IFBA- Salvador

## **Agradecimentos**

Agradecemos imensamente a Deus que nos concedeu saúde, persistência e determinação para que pudéssemos concluir com êxito mais uma etapa da nossa formação profissional.

Nossa profunda gratidão à nossa família que ao longo dessa jornada esteve sempre nos apoiando e encorajando para superar as dificuldades.

Agradecemos ao nosso Orientador, Professor Aristides Fraga Lima Filho, que aceitou o convite para dar continuidade na orientação do nosso trabalho, nos guiou no caminho e provocou reflexões a respeito da abordagem do tema escolhido para uma melhor aplicação no trabalho.

Por fim, manifestamos nossa gratidão à professora Jocielle Rodrigues, que iniciou o acompanhamento do desenvolvimento da pesquisa, por sua dedicação constante em nos direcionar na busca dos nossos objetivos.

Aplicação de uma ferramenta SIG para caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica: Estudo de caso da microbacia de Itapagipe na região de Salvador-Ba.

## Resumo

O presente trabalho aborda a importância da caracterização morfométrica das bacias hidrográficas, com ênfase na bacia de Itapagipe, localizada em Salvador, BA. As bacias hidrográficas são áreas delimitadas por divisores topográficos, e a análise de seus parâmetros morfométricos, como área, perímetro e índices de forma, ajuda a compreender seu comportamento hidrológico e identificar riscos, como inundações. O planejamento urbano inadequado e a crescente urbanização agravam esses riscos, especialmente nas áreas de drenagem pluvial. A pesquisa propõe o uso do software QGIS, um Sistema de Informações Geográficas (SIG), para realizar a análise morfométrica da bacia de Itapagipe. Com base em dados geoespaciais e topográficos, o software permite calcular parâmetros, gerar mapas que auxiliam no planejamento urbano e indicadores para avaliação dos riscos que possam existir na bacia.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica de Itapagipe, caracterização morfométrica, Sistema de Informações Geográficas (SIG), Qgis.

Application of a GIS tool for morphometric characterization of a watershed: Case study of the Itapagipe watershed in the Salvador-Ba region.

**Abstract**

This paper addresses the importance of morphometric characterization of river basins, with emphasis on the Itapagipe basin, located in Salvador, BA. Watersheds are areas delimited by topographic dividers, and the analysis of their morphometric parameters, such as area, perimeter and shape indices, helps to understand their hydrological behavior and identify risks, such as flooding. Inadequate urban planning and increasing urbanization aggravate these risks, especially in storm drainage areas. The research proposes the use of QGIS software, a Geographic Information System (GIS), to carry out a morphometric analysis of the Itapagipe basin. Based on geospatial and topographical data, the software makes it possible to calculate parameters, generate maps that help with urban planning and indicators for assessing the risks that may exist in the basin.

**Keywords:** Itapagipe watershed, morphometric characterization, Geographic Information System (GIS), Qgis.

## Lista de Figuras

<u>Figura 1: Imagem Raster da Microbacia de Itapagipe.....</u>	<u>21</u>
<u>Figura 2: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.....</u>	<u>24</u>
<u>Figura 3: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.....</u>	<u>25</u>
<u>Figura 4: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.....</u>	<u>25</u>
<u>Figura 5: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.....</u>	<u>26</u>
<u>Figura 6: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.....</u>	<u>26</u>
<u>Figura 7: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.....</u>	<u>27</u>
<u>Figura 8: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.....</u>	<u>27</u>
<u>Figura 9: Mapa de localização do município.....</u>	<u>29</u>
<u>Figura 10: Mapa de bacias hidrográficas do município de Salvador.....</u>	<u>31</u>
<u>Figura 11: Mapa da bacia hidrográficas de Itapagipe no município de Salvador.....</u>	<u>32</u>
<u>Figura 12: Canal da Suburbana.....</u>	<u>34</u>
<u>Figura 13: Canal da Suburbana.....</u>	<u>34</u>
<u>Figura 14: Canal do Bate-estaca (2020).....</u>	<u>36</u>
<u>Figura 15: Mapa Hipsométrico da Bacia hidrográfica de Itapagipe.....</u>	<u>37</u>

## **Lista de Quadros e Tabelas**

Quadro 1: Classificação da bacia quanto a forma.....	22
Quadro 2: Classificação da bacia quanto ao coeficiente de compacidade.....	23
Quadro 2: Classificação da bacia quanto ao índice de circularidade.....	23
Quadro 4: Classificação da bacia quanto ao índice de sinuosidade.....	23
Tabela 1: Parâmetros físicos obtidos.....	36

## **Lista de abreviaturas e siglas**

**KF** - Fator de forma

**KC** - Coeficiente de compacidade

**IC** - Índice de circularidade

**IS** - Índice de Sinuosidade

**TC** - Tempo de concentração

**SIG** - Sistemas de informações geográficas

**QGIS** - Quantum GIS

**MDE** - Modelo Digital de Elevação

**MDT** - Modelo Digital do Terreno

**MDS** - Modelo Digital de Superfície

## Sumário

<b>1.0</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>13</b>
1.1.1	Geral	13
1.1.2	Específicos	13
<b>2.0</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Conceitos</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Ferramentas de Análise</b>	<b>14</b>
<b>2.3</b>	<b>Caracterização Morfométrica</b>	<b>16</b>
<b>2.4</b>	<b>Sistemas de Informações Geográficas (SIG)</b>	<b>17</b>
2.4.1	O software Quantum GIS (Qgis)	19
<b>2.5</b>	<b>Modelo Digital de Elevação</b>	<b>20</b>
2.5.1	Raster	20
<b>3.0</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>22</b>
<b>4.0</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização da área de estudo</b>	<b>28</b>
4.1.1	O município de Salvador	28
4.1.2	A Bacia de Itapagipe	30
<b>4.2</b>	<b>Informações hidrográficas da região</b>	<b>32</b>
4.2.1	Canal da Suburbana	32
4.2.2	Canal da Régis Pacheco	33
4.2.3	Canal central ou canal do Bate-Estaca	33
<b>4.3</b>	<b>Modelo Digital de Elevação da Bacia</b>	<b>34</b>
<b>4.4</b>	<b>Determinação dos parâmetros físicos</b>	<b>35</b>
<b>4.5</b>	<b>Avaliação da bacia</b>	<b>36</b>

<b>5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>37</b>
<b>6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>38</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são definidas como uma área delimitada geograficamente por um divisor topográfico, cuja drenagem em sua área converge para um exutório (Barrella W et al, 2000). De acordo com Teodoro et al (2007), para elucidar o entendimento acerca do comportamento hidrológico e ambiental dessas áreas, a caracterização morfométrica apresenta parâmetros capazes de expressar alguns desses aspectos.

Algumas das características mais recorrentes são as inundações e enchentes, problemas gerados, por exemplo, quando certo rio está com nível de água acima do normal durante um período de chuvas fortes. Tal quadro é agravado pela concentração urbana crescente, gerando situações em que as águas chegam a invadir as ruas, as habitações e os comércios. Isto ocorre principalmente em localidades onde o manejo de águas pluviais e fluviais em ambiente urbano não foi bem planejado, sendo esta uma ação de responsabilidade do município de acordo com a Lei nº 11.445/2007 que apresenta as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico.

De acordo com Lefebvre (1999), a concentração urbana é um processo que ocorre em todo o mundo e é irreversível de tal forma que, em determinado momento, atingirá a maior parte da humanidade, das regiões mais distintas e diversas. A partir disto, nota-se que este processo se acentua com o passar do tempo enquanto influencia severamente dois grandes aspectos da vida em sociedade: o quantitativo de habitantes e qualidade de vida. Na atual realidade de muitas regiões no Brasil, os aspectos trazidos acima podem ser descritos como grandezas inversamente proporcionais, considerando que, conforme a população de determinada localidade cresce, sua qualidade de vida tende a diminuir. Por isso Jacobs (2007) enfatiza como o planejamento urbano inadequado pode comprometer a vivência nas cidades e levar à diminuição da qualidade de vida.

Neste sentido, é de suma importância realizar a caracterização morfométrica de uma bacia para, assim como é mostrado por Christofolletti (1993), entender e prever riscos consideráveis como inundações num período mais intenso de chuvas e minimizar os impactos das ocorrências. A caracterização se dá analisando as características da bacia, considerando suas medidas (principalmente perímetro e área) e calculando os índices de compacidade, o fator de forma, o índice de circularidade e o índice de sinuosidade dos rios. A análise desses índices permite afirmar se uma bacia hidrográfica apresenta pequeno ou grande risco de acidentes naturais.

Segundo Jacobs (2007), o planejamento urbano influencia diretamente a capacidade de resposta a desastres naturais. A partir disto, pode-se dizer que se durante o processo de urbanização de Salvador caso houvesse um acompanhamento paralelo do planejamento da ocupação e do uso do solo, especialmente nas encostas e na parte mais baixa da cidade, os impactos negativos das precipitações intensas ocorridas poderiam ser minimizados.

A bacia de Itapagipe é uma importante bacia no município de Salvador-Ba, tendo como uma das principais referências o Plano de Bairros de Itapagipe, disponibilizado pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Prefeitura Municipal de Salvador. A bacia compreende 14 bairros da Cidade Baixa, geograficamente localizando-se na península entre a Baía de Todos os Santos e as águas da Enseada dos Tainheiros, também conhecida como Enseada do Cabrito, na Baía de Itapagipe. A respeito de considerações sobre o saneamento básico na bacia de Itapagipe, é importante considerar que o sistema de drenagem e o manejo de resíduos sólidos são os serviços considerados mais insatisfatórios pela pesquisa pública divulgada no próprio Plano de Bairros de Itapagipe.

Considerando a problemática exposta, faz-se necessário a busca pelo conhecimento das características da bacia de Itapagipe. Por tratar-se de um tema pouco estudado e com poucas pesquisas relevantes nos âmbitos hidrogeológico e de saneamento, já que é uma das menores bacias hidrográficas de Salvador, percebe-se uma escassez de informações documentadas. Ainda assim, é uma bacia que abrange bairros muito importantes para a cidade histórica e comercialmente, tornando-se um bom objeto de estudo para o presente trabalho.

Portanto, na pesquisa foi realizada uma análise da bacia de Itapagipe, utilizando o software QGIS, aplicativo de SIG (Sistema de Informações Geográficas) de uso livre e de código aberto, que permitiu a análise de dados espaciais, sua visualização e edição. Este foi empregado para identificar e categorizar a microbacia hidrográfica de Itapagipe, além de ser utilizado para definir os parâmetros físicos dessa região, que são de suma relevância para avaliar os possíveis riscos que esta bacia pode vir a apresentar, como alagamentos ou enchentes pois à partir da caracterização dos parâmetros físicos pode-se elaborar plantas de drenagem e escoamento das ruas, pois os mapas tornam mais fácil à identificação dos pontos mais altos e mais baixos de cada região, assim como local e sentido do fluxo do escoamento natural da região de acordo com sua geografia.

## **1.1 Objetivo**

### *1.1.1. Objetivo Geral*

Caracterizar e analisar as condições morfométricas da bacia de Itapagipe, em Salvador, na Bahia, a fim de levantar informações importantes acerca dos problemas existentes nesta bacia com a utilização do software QGIS.

### *1.1.2. Objetivos Específicos*

- i. Realizar a delimitação topográfica da bacia de Itapagipe utilizando O Software QGIS;
- ii. Elaborar a planta planialtimétrica da bacia de Itapagipe em Salvador;
- iii. Calcular os parâmetros morfométricos da bacia de Itapagipe em Salvador.

## **2.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Conceitos**

Segundo Barrella, w et. al. (2007), bacias hidrográficas são porções de terras drenadas por um rio e seus afluentes, definida por divisores de água nas regiões mais altas do relevo, nelas as águas pluviais, formam os rios e riachos com o escoamento superficial, ou formam as nascentes e os lençóis freáticos ao se infiltrar no solo. Com o escoamento para as partes mais baixas do solo, as águas superficiais formam riachos e rios, as cabeceiras são formadas por riachos que surgem em terrenos íngremes das serras e montanhas e ao descer os riachos juntam-se a outros riachos, e forma os primeiros rios, esses por sua vez continuam seus trajetos até desembocar no oceano. Segundo (MACHADO; STIPP, 2003), as microbacias são áreas fisiográficas drenadas por um curso d'água ou para um sistema de cursos d'águas conectados e que convergem, direta ou indiretamente para um leito ou para um espelho d'água, constituindo uma unidade ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais do meio ambiente por ele definido.

Segundo Lima Neto (2008), o conceito de Microbacia Hidrográfica é um elemento de escala de análise ambiental muito singular, como elo entre micro e macroanálise, a escala micro, correspondente a verificação, medição, monitoramento, intervenção e a macroanálise, corresponde à paisagem, região, bacia hidrográfica, nação ou até mesmo uma escala global, de onde são emanadas as normas, a legislação e as políticas públicas. Dessa forma a mesoescala de análise da sustentabilidade é a própria escala espacial da microbacia hidrográfica.

### **2.2 Ferramentas de análise**

A fim de compreender o funcionamento de uma bacia faz-se necessário quantificar os parâmetros que expressem as características da mesma. Como primeiro e mais importante parâmetro, tem-se a Área da bacia, que deve ser definida em relação a um dado ponto ao longo do canal, ou à própria saída ou confluência da bacia. Possui correlação direta das características da bacia e sua determinação, requer um rigor apropriado nos métodos de obtenção, que pode ser feito a partir de fotografias aéreas, mapas topográficos, ou levantamento de campo.

Esses são os principais parâmetros que interferem diretamente na redução dos tempos de concentrações das bacias de drenagem pluvial, e simultaneamente favorecem a formação do processo da geração de enchentes.

Podendo sofrer influência de outras características da bacia, o parâmetro Forma é uma das características físicas que possui alto nível de dificuldade em sua quantificação. Horton propôs o fator de forma, definido pela seguinte fórmula (Equação 1):

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

Onde:

- **F** = fator de forma
- **A** = área da bacia (m<sup>2</sup>)
- **L** = comprimento do eixo da bacia (da foz ao ponto extremo mais longínquo no espigão) (m)

O coeficiente de compacidade tem grande importância quando analisado em conjunto com outros parâmetros de forma, quanto mais irregular a bacia for, maior será o índice de compacidade e em contrapartida, um índice mínimo (1 unidade) representaria uma bacia circular, significando uma área mais sujeita a enchentes (Bier. F 2013). Tal coeficiente é definido pela seguinte fórmula (Equação 2):

$$k_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

Onde:

- **KC** = Coeficiente de compacidade (adimensional)
- **P** = Perímetro (m)
- **A** = Área da bacia (m<sup>2</sup>)

Outro índice de forma é o chamado Índice de Circularidade proposto por Miller, que quanto maior e mais próximo de 1, maior será a semelhança da bacia em questão com uma forma circular e conseqüentemente mais suscetível a enchentes. Calcula-se de acordo com a seguinte fórmula (Equação 3):

$$IC = 12 \frac{,57 * A}{P^2} \quad (3)$$

Sendo:

- **IC** = Índice de circularidade < 1.
- **A** = Área da bacia.(m<sup>2</sup>)
- **P** = perímetro da bacia - quanto mais próximo de 1,0 mais próxima da forma circular será a bacia hidrográfica. (m)

Já a sinuosidade (**IS**) do curso da água caracteriza-se como a relação entre o comprimento do rio principal (**L**) e o comprimento do talvegue (**L<sub>t</sub>**), que é a medida em linha reta entre o ponto inicial e o final do curso d' água principal, de acordo com a fórmula a seguir (Equação 4):

$$IS = \frac{100(L - L_t)}{L_t} \quad (4)$$

Por fim, o tempo de concentração de uma bacia (**T<sub>c</sub>**) é o período necessário para que uma partícula de água se desloque do ponto mais distante da bacia até o exutório da mesma. Destaca-se à fórmula de Kirpich, dentre as várias outras existentes por ser a que é mais utilizada, dada por pela Equação 5:

$$T_c = 0,000325 \frac{L^3}{\Delta H} \quad (5)$$

Sendo:

- **TC** = Tempo de concentração (em horas).
- **L**= Comprimento máximo do percurso da água na bacia (em metros).
- **S** = Desnível médio do percurso da água (em m/m, ou seja, metros de elevação por metro de comprimento).

### 2.3 Caracterização Morfométrica

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é o ponto de partida para estudos referentes à dinâmica ambiental, possibilitando o melhor gerenciamento e aproveitamento de seus recursos naturais.

Segundo Aher et al., (2014) a morfometria é de suma importância para o estudo nas bacias hidrográficas, com ela torna-se possível a realização de estratégias de gestão a partir do comportamento hidrológico da bacia. Segundo Arraes et al., (2010) os parâmetros da morfometria proporcionam a realização de análises dos fenômenos geológicos que ocorrem ao longo do tempo, que sofrem interferência das atividades humanas. A caracterização

morfométrica por meio de técnicas computacionais permite a obtenção de informações de forma rápida, eficiente e padronizada (OLIVEIRA et al., 2007).

O sistema de informação geográfica – SIG pode ser utilizado como ferramenta de determinação dos parâmetros morfométricos e na formulação de indicadores ambientais para a sustentabilidade dos recursos hídricos. E estes indicadores podem nortear ações que priorizem a qualidade de vida e a recuperação e conservação dos recursos naturais (CASTRO et al., 2014). Este sistema, além de eficiente ferramenta no delineamento dos compartimentos hidrológicos e das redes de drenagem, facilita a determinação dos índices e o mapeamento das áreas para o planejamento e manejo em bacias hidrográficas (FIGUEIREDO, 1996).

Um dos primeiros procedimentos executados em análises hidrológicas é a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica, seu objetivo é esclarecer as questões sobre o entendimento da dinâmica ambiental de uma localidade ou região. Segundo Antonelli e Thomaz (2007), para diferenciar áreas homogêneas é necessário combinar diversos dados morfométricos. Indicadores físicos específicos para um determinado local podem ser revelados por estes parâmetros, de forma a qualificarem as alterações no ambiente. Também são importantes ao estudar a vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas.

## **2.4 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)**

É um conjunto de tecnologias e ferramentas que permitem a coleta, armazenamento, análise, interpretação e visualização de informações georreferenciadas, ou seja, informações que possuem uma localização geográfica específica. Esses sistemas são amplamente utilizados em diversas áreas, como meio ambiente, planejamento urbano, transporte, agricultura, saúde, defesa civil, entre outras. Eles permitem a criação de mapas digitais, que podem ser usados para análise espacial, planejamento territorial, tomada de decisões e comunicação visual de dados.

Os SIGs utilizam dados geográficos de diversas fontes, como satélites, drones, GPS, cartas topográficas, imagens aéreas, entre outras. Esses dados são armazenados em bancos de dados geográficos, que permitem a organização e recuperação rápida de informações.

As ferramentas de análise espacial dos SIGs permitem a realização de operações como sobreposição de camadas de informações, cálculo de distâncias e áreas, identificação de

padrões e relações entre os dados, entre outras. Isso permite a criação de mapas temáticos que podem ser usados para visualizar e entender fenômenos complexos.

Os SIGs são uma ferramenta poderosa para a tomada de decisões em diversas áreas, pois permitem a análise integrada de dados geográficos, sociais e econômicos. Eles são cada vez mais importantes na gestão de recursos naturais, na prevenção e controle de desastres naturais, na análise de mercado e na gestão de infraestrutura urbana.

O SIG (Sistema de Informações Geográficas) é uma tecnologia que vem ganhando cada vez mais espaço em diversos campos, desde a análise de dados geográficos até a tomada de decisões em governos e empresas. Segundo Dourado et al. (2021), o SIG "é uma ferramenta que permite armazenar, manipular, analisar e visualizar dados georreferenciados, integrando informações de diferentes fontes e gerando informações úteis para planejamento, gestão e tomada de decisões".

Esse termo é oriundo do inglês GIS (Geographic Information System) que no português se traduz como o sistema de Informações Geográficas ou SIG. É caracterizado como uma base de dados digitais que serve para armazenar e manipular informações geográficas. Segundo Pina (1998), o uso deste sistema possibilita reunir dados convencionais de expressão espacial para executar análises e aplicações geográficas de modo a otimizar o tratamento integrado de seus três componentes: posição, topologia e atributos. São compostos essencialmente por um sistema gerenciador de um banco de dados georreferenciados e permitem a realização de análises espaciais complexas através da rápida formação e alternância de cenários que propiciam a planejadores e administradores em geral, subsídios para a tomada de decisões. Caracterizam-se por serem um potente instrumento de análise, ao contemplar um amplo e qualitativo leque de alternativas nas avaliações e simulações destes cenários (PINA, 1994).

O uso da tecnologia SIG integra diversas informações em um mesmo ambiente, ampliando as dimensões da estratégia na tomada de decisão, constituindo uma potente ferramenta de diagnóstico, com vistas a auxiliar o processo e possibilitar informações com diferencial agregado no valor das análises (BATISTA e SILVA, 2006).

Segundo Costa (2019), referente ao uso dos softwares para execução de trabalhos, onde no contexto atual existem muitas opções ficando a critério do técnico avaliar qual a mais adequada levando em consideração o que se pretende fazer pois através do Softwares é possível construir mapas temáticos, realizar análises geográficas, estatística espacial e tratamento de imagens de satélites. Os simultâneos avanços na tecnologia de processamento

de dados em computadores e a rápida difusão da microinformática foram a chave para o crescimento do número de SIG disponíveis, em diferentes graus de sofisticação e exigências de equipamentos, e de suas aplicações (RANDOLPH, 1998).

Uma das principais vantagens do SIG é a possibilidade de análise espacial, que permite identificar padrões e relações entre diferentes fenômenos geográficos. Conforme destaca Silva e Ramos (2020), "a análise espacial é a principal funcionalidade do SIG, possibilitando o estudo de padrões e tendências, bem como a identificação de áreas de interesse e a modelagem de cenários".

Além disso, o SIG tem sido amplamente utilizado em diversas áreas, como saúde pública, meio ambiente, transportes e planejamento urbano. Conforme observa Moraes e Santos (2019), "o SIG tem contribuído para a melhoria da gestão de recursos naturais, para o planejamento de políticas públicas e para a solução de problemas complexos em áreas urbanas".

No entanto, é importante ressaltar que o sucesso do uso do SIG depende da qualidade dos dados e da capacidade de integrar diferentes fontes de informação. Como aponta Costa et al. (2020), "a efetividade do SIG está diretamente relacionada à qualidade dos dados e à capacidade de integrá-los, considerando que a heterogeneidade de fontes pode levar a conflitos e erros de interpretação".

Em suma, o SIG tem se mostrado uma ferramenta cada vez mais relevante para a análise e gestão de dados geográficos, oferecendo possibilidades de análise espacial, integração de informações e tomada de decisões em diversas áreas. Entretanto, é importante considerar as limitações e desafios envolvidos no uso dessa tecnologia.

#### *2.4.1 O software Quantum GIS (Qgis)*

Iniciado em 2002 como produto do trabalho voluntário de um grupo de desenvolvedores, autores de documentação, tradutores e outros colaboradores (Neves, 2011), o Quantum GIS (QGIS) é um software SIG que permite análise de dados espaciais, visualização e edição. É um programa gratuito utilizado em diversas áreas, desde a geolocalização até pesquisas sociais, pois a sua interface é ampla e diversa, podendo construir diversos mapas além de modificar arquivos raster. O programa dá liberdade ao usuário para escolher qual versão deseja utilizar e não tem limites quanto a quantidade de camadas usadas

para realizar um trabalho além de possibilitar o uso de outros aplicativos em conjunto para melhor visualização do trabalho, como utilizar o google maps (Almeida, 2011).

Eles também trabalham na identificação e divulgação de quaisquer falhas no software. Além disso, os usuários podem participar e contribuir com o processo de desenvolvimento do QGIS, pois ajudam a escrever novas rotinas para as aplicações relacionadas.(Neves, 2011).

O QGIS é utilizado por profissionais de diversas áreas, no campo do meio ambiente, por exemplo existem objetivos como a delimitação de zonas de preservação a produção de mapas de localização, uso e ocupação do solo e outros produtos cartográficos necessários para estudos na hidrologia, os complementos e funcionalidades do QGIS auxiliam na delimitação de bacias hidrográficas, monitoramento de geleiras, alterações de cursos d'água, entre outros (Marques, 2021).

## **2.5 Modelo Digital de Elevação**

Um Modelo Digital de Elevação – MDE (do inglês *DEM – Digital Elevation Model*) não é mais do que uma representação tridimensional da superfície terrestre, gerada a partir de pares tridimensionais de imagens aéreas e de satélite de diferentes resoluções e escalas espaciais para vários fins. A partir dos Modelos Digitais de Elevação (MDE) são viáveis as extrações de informações planialtimétricas aplicáveis para cálculos de áreas, corte, aterro, planejamento urbano, obras de engenharia, impacto visual de grandes empreendimentos, simulação de enchimento, viabilidade e induções de barragens para diversos mercados (CUNHA, 2011).

O MDT ou Modelo Digital do Terreno, representa uma parte da superfície da Terra considerando suas informações. Sendo assim considera altitudes apresentando as cotas do terreno, do solo, sem considerar as construções, árvores e demais objetos acima do nível do terreno. A diferença entre os modelos MDT e MDS são os pontos de referência, onde se utilizará um ou outro dependendo da necessidade do serviço, nível do solo ou nível do que está sobre o solo.(CAMANA 2016).

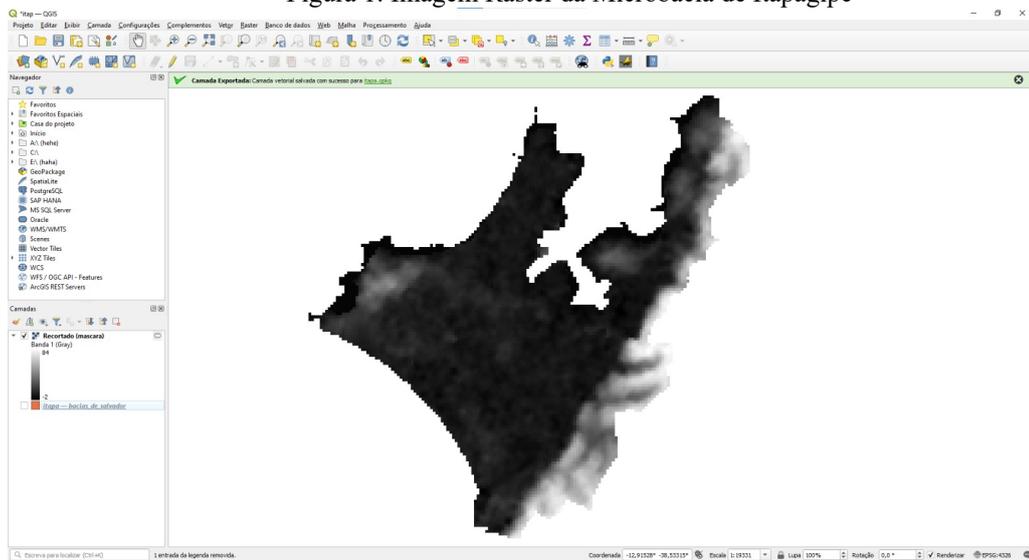
### *2.5.1 Raster*

De acordo com Giovanini (2023) as imagens raster, também conhecidas como imagens matriciais ou bitmap são formadas por pixels, onde cada pixel possui um valor

digital. As imagens raster são obtidas via sensoriamento remoto, necessitando de tratamentos complexos para serem utilizadas.

A figura 1 é a forma raster da região que engloba a Microbacia de Itapagipe.

Figura 1: Imagem Raster da Microbacia de Itapagipe



Fonte: Autoria própria 2024.

### 3.0 METODOLOGIA

Inicialmente foi feita a fundamentação teórica a fim de contemplar os fundamentos principais da pesquisa como, por exemplo, o conceito do que é uma bacia hidrográfica para compreender sua importância e, posteriormente, compreender o que é o sistema de informação geográfica (SIG) e suas diversas aplicações, específica e principalmente no uso da caracterização morfológica de uma bacia. Desta forma, com tais informações, pode-se conhecer os parâmetros físicos para analisar a situação da bacia e descobrir se ela possui índices de risco de acidentes.

Em seguida, foi realizado o levantamento dos dados geográficos e topográficos da microbacia de Itapagipe através de fontes seguras em domínio público onde são disponibilizados “shapes” de informações compiladas. Por conseguinte, utilizaremos o Qgis, um software para aplicação do SIG, que funciona como banco de dados para a manipulação geográfica destas referências já colhidas. Posteriormente, com todos estes processos realizados, será possível construir mapas para análise de parâmetros como área, perímetro e comprimento axial.

Foi utilizado o *Qgis* para realizar um Modelo digital de elevação (MDE) para delinear bacias hidrográficas, calcular a acumulação de fluxo e descobrir a direção do fluxo.

Após compilar os materiais teóricos, foram realizadas avaliações dos parâmetros físicos. A primeira avaliação a ser feita será a do fator forma, descrito na Equação 1: A forma da microbacia e a configuração do sistema de drenagem, estão associadas a estrutura geológica do terreno (CAMPOS et. al, 2015).

Quando realizado os cálculos do resultado será analisado de acordo com os parâmetros;

Quadro 1: Classificação da bacia quanto a forma

<b>Maior que 0,75</b>	Alta propensão a cheias
<b>Entre 0,50 e 0,75</b>	Tendência mediana a cheias
<b>Menor que 0,50</b>	Não sujeita a cheias.

Fonte: Garcez, 1998.

Se esta bacia é mais ou menos retangular para saber o nível de periculosidade que apresenta neste fator. Um único resultado não é suficiente para medir a proporção de riscos que a bacia pode apresentar. Por isso será analisado também neste trabalho o coeficiente de compacidade, o índice de circularidade, a sinuosidade do curso da água e o tempo de concentração de uma bacia.

O coeficiente de compacidade, representado pela Equação 2, é um número adimensional, que varia com a forma da microbacia, independentemente de seu tamanho. Se a bacia for irregular, maior será o coeficiente. este fator será analisado de acordo com os parâmetros;

Quadro 2: Classificação da bacia quanto ao coeficiente de compacidade

Entre 1,00 e 1,25	Alta propensão a cheias
Entre 1,25 e 1,50	Tendência mediana a cheias
Maior que 1,50	Não sujeita a cheias.

Fonte: Garcez, 1998.

O índice de circularidade, descrito na Equação 3, tem como parâmetro:

Quadro 3: Classificação da bacia quanto ao índice de circularidade.

<b>Os valores menores que 0,51</b>	A bacia se caracteriza como alongada, favorecendo o processo de escoamento.
<b>Valores próximos de 1</b>	Se caracteriza como circular, apresentando perigo de enchente.

Fonte: Garcez, 1998.

Sinuosidade do curso da água, descrito na Equação 4, tem como parâmetro:

Quadro 4: Classificação da bacia quanto ao índice de sinuosidade.

<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	<b>Limites</b>
---------------	------------------	----------------

I	Muito reto	<20%
II	Reto	20-29%
III	Divagante	30-39,9%
IV	Sinuoso	40-49,9%
V	Muito Sinuoso	>50%

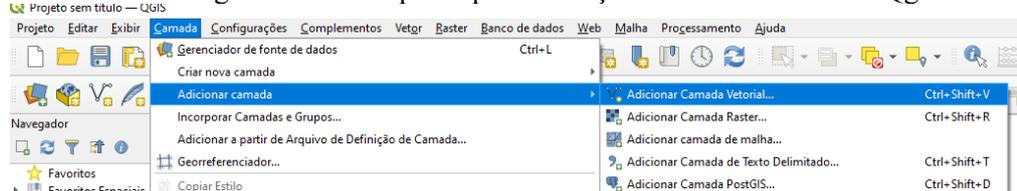
Fonte: Garcez, 1998.

Para fim, foi feito o cálculo do tempo de concentração de uma bacia, que é o tempo necessário para que uma partícula de água se desloque do ponto mais distante da bacia até o exutório da mesma, que está expressa na Equação 5, em seguida compilamos todos os dados para analisar a situação atual da bacia de Itapagipe em salvador e conclui-se assim este trabalho.

Para obter as informações direto do QGIS inicialmente usa-se a tabela de atributos, onde consegue-se obter os resultados dos cálculos que foram apresentados anteriormente na fundamentação teórica, são eles que irão definir, quanto a forma, se esta bacia possui problemáticas geográficas que justifiquem as dificuldades enfrentadas na região que se localiza a bacia de Itapagipe.

Começa-se adicionando à camada vetorial que será analisada, neste caso usamos uma camada de bacias hidrográficas de salvador extraindo os dados vetoriais do ANA como demonstra a figura a seguir.

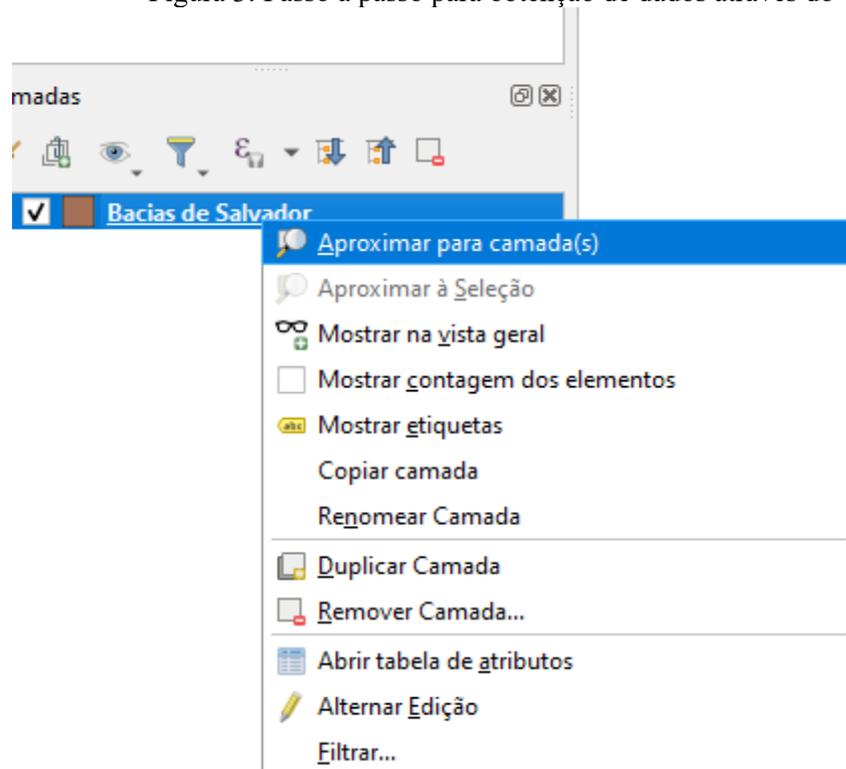
Figura 2: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Após adicionar à camada abrimos a tabela de atributos para buscar as informações dos índices morfométricos como demonstra a figura 3.

Figura 3: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 4: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.

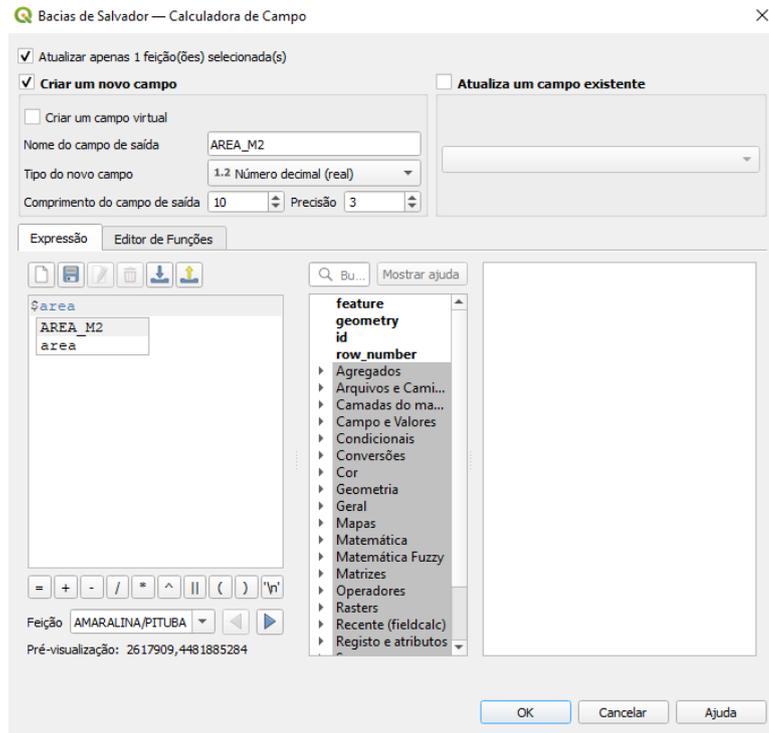
itapa — bacias\_de\_salvador — Total de feições: 1, Filtrado: 1, Selecionado: 0

fid	Name	Área m2	P (m)	Comp Axial	Kc	Kf	IC
1	ITAPAGIPE	10308544,24	25951,78	4800	2,02	0,45	0,19

Fonte: Autoria própria, 2024.

A tabela de atributos já informa os resultados calculados do fator forma, do coeficiente de compacidade e do índice de circularidade. Porém para obter dados mais específicos da bacia como área, perímetro e comprimento deve-se executar a função condizente na calculadora de campo como demonstra a figura 5.

Figura 5: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Na imagem acima pode ser observado o valor da área encontrado através da ferramenta calculadora de campo. A figura a seguir mostra o valor da área em km<sup>2</sup>.

Figura 6: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.

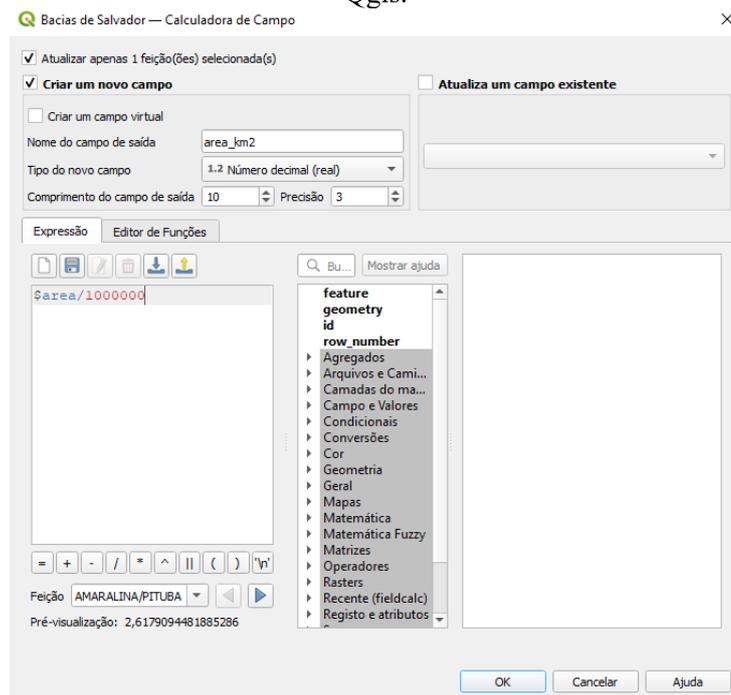
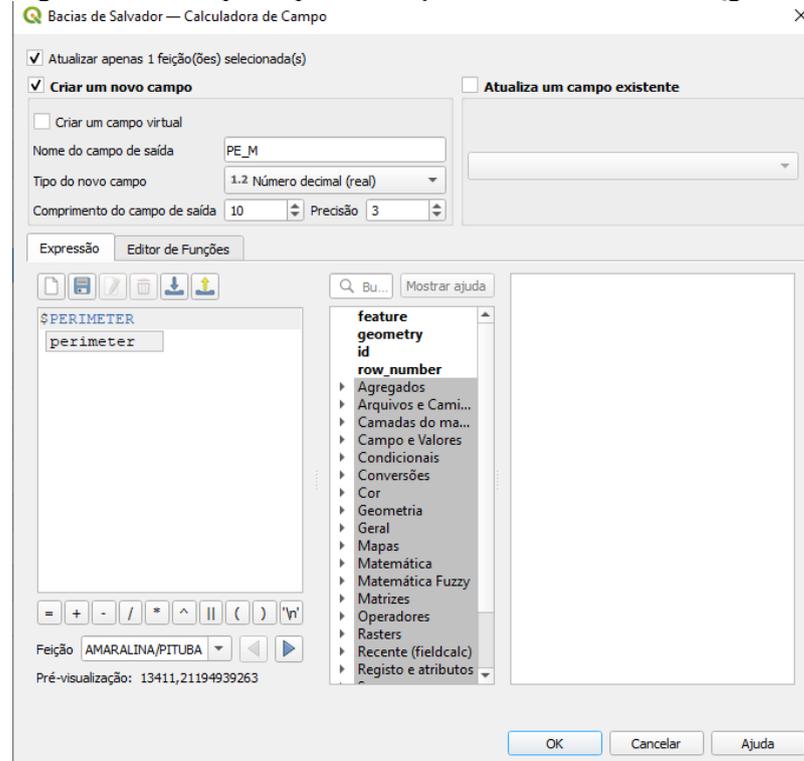
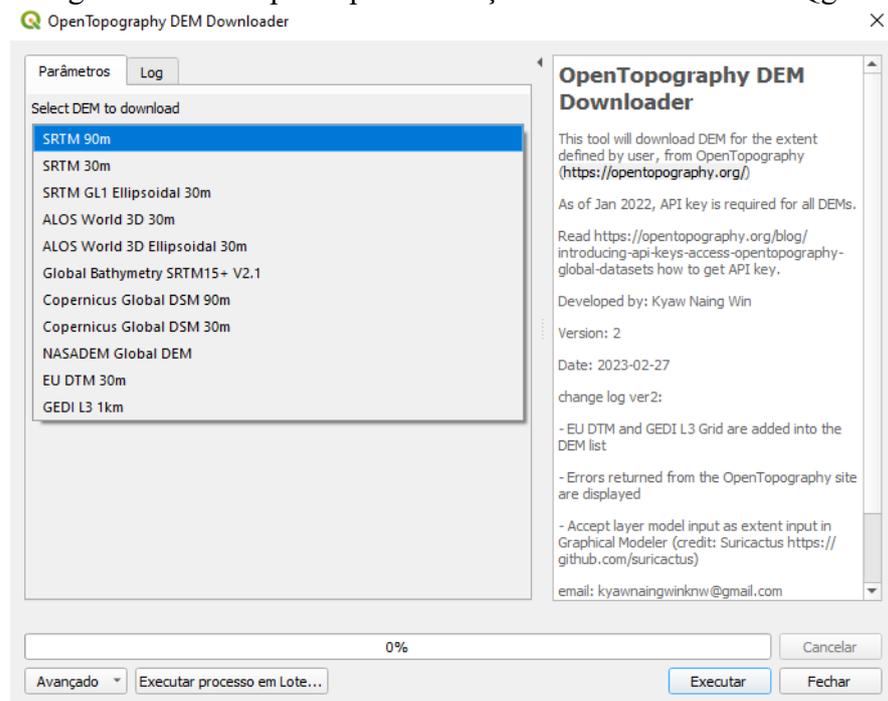


Figura 7: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis



Fonte: Autorial própria, 2024.

Figura 8: Passo a passo para obtenção de dados através do Qgis.



Fonte: Autorial própria 2024

A figura 7 demonstra o procedimento para obtenção do valor equivalente ao perímetro da área encontrada anteriormente. Já a figura 11 mostra a extensão que utilizada para adquirir a camada *raster*. Porém além desta usamos uma imagem fornecida pelo site *Earth Explorer*, o qual mostrou em certo momento uma imagem mais limpa que a da extensão do Qgis. Nas imagens foi notório que a bacia hidrográfica de Itapagipe não apresenta rios, por isso não foi possível realizar os cálculos do índice de sinuosidade e o tempo de concentração.

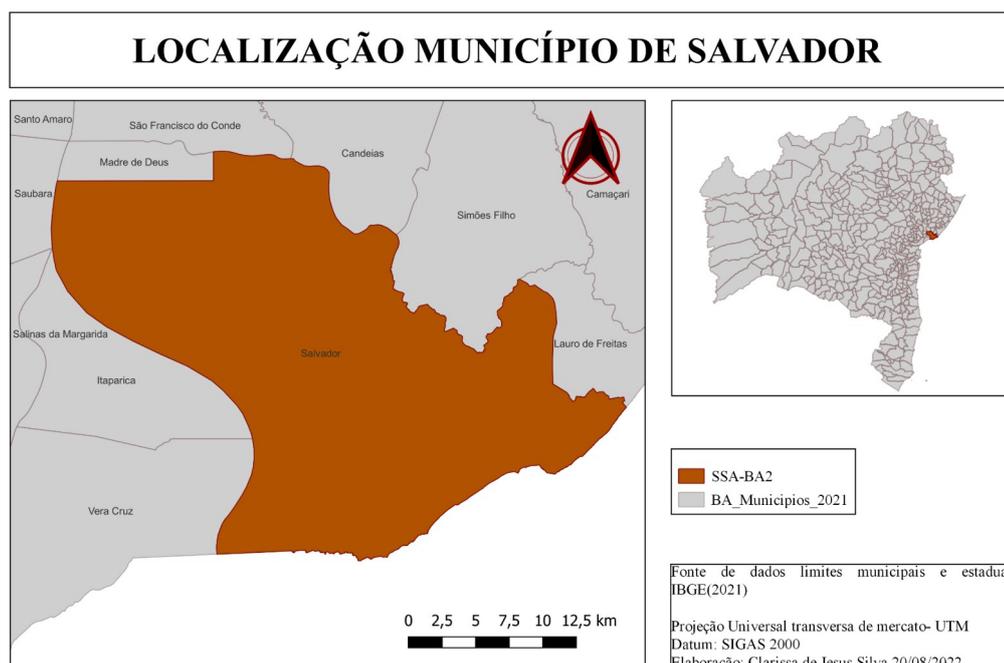
## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Caracterização da área de estudo

#### 4.1.1. O município de Salvador

A área de estudo localiza-se no município de Salvador- Ba que é a capital e maior cidade do estado da Bahia. Fundada em 1549, a cidade foi a primeira capital do Brasil, sua história tem a ver com a chegada dos portugueses no litoral do Brasil, mais especificamente na região da Baía de Todos os Santos. Atualmente, possui relevo acidentado e cortado por vales profundos, conta com uma estreita faixa de planícies, que em alguns locais se alargam, o clima predominante de Salvador é tropical quente e úmido caracterizado pelas altas temperaturas na maior parte do ano, inclusive nos meses correspondentes ao inverno, e pela umidade relativa do ar elevada. (IBGE, 2021)

Figura 9: Mapa de localização do município



Fonte: Autoria própria. 2024

No Município de Salvador, de acordo com os estudos ambientais do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e do Decreto nº 27.111 de 22 de março de 2016, existem 21 bacias, sendo que as seguintes são bacias hidrográficas: Cobre, Camarajipe, Lucaia, Seixos, Ondina, Pedras/Pituaçu, Passa Vaca, Jaguaribe, Ipitanga, Paraguari, Ilha de Maré, Ilha dos Frades. E as demais, bacias de Drenagem Natural: São Tomé de Paripe, Plataforma, Itapagipe,

Comércio, Vitória/Contorno, Amaralina/Pituba, Armação/Corsário, Stella Maris, Ilha de Bom Jesus dos Passos.

A capital baiana é a cidade com maior número de desastres naturais relacionados a chuvas intensas na região costeira do Nordeste (Santos, 2008). Isto ocorre apesar da Lei Nº 9.069 de 2016, que estabelece diretrizes para a conservação, manutenção da qualidade ambiental, recuperação e uso sustentável das águas urbanas superficiais e subterrâneas no território do Município. Tal documento define como atribuição das governanças municipais a desobstrução dos cursos de água e das áreas de fundo de vale onde haja possibilidade de alagamento e inundações, mantendo-as livres de barreiras físicas, além de outros parâmetros a fim de eludir desastres.

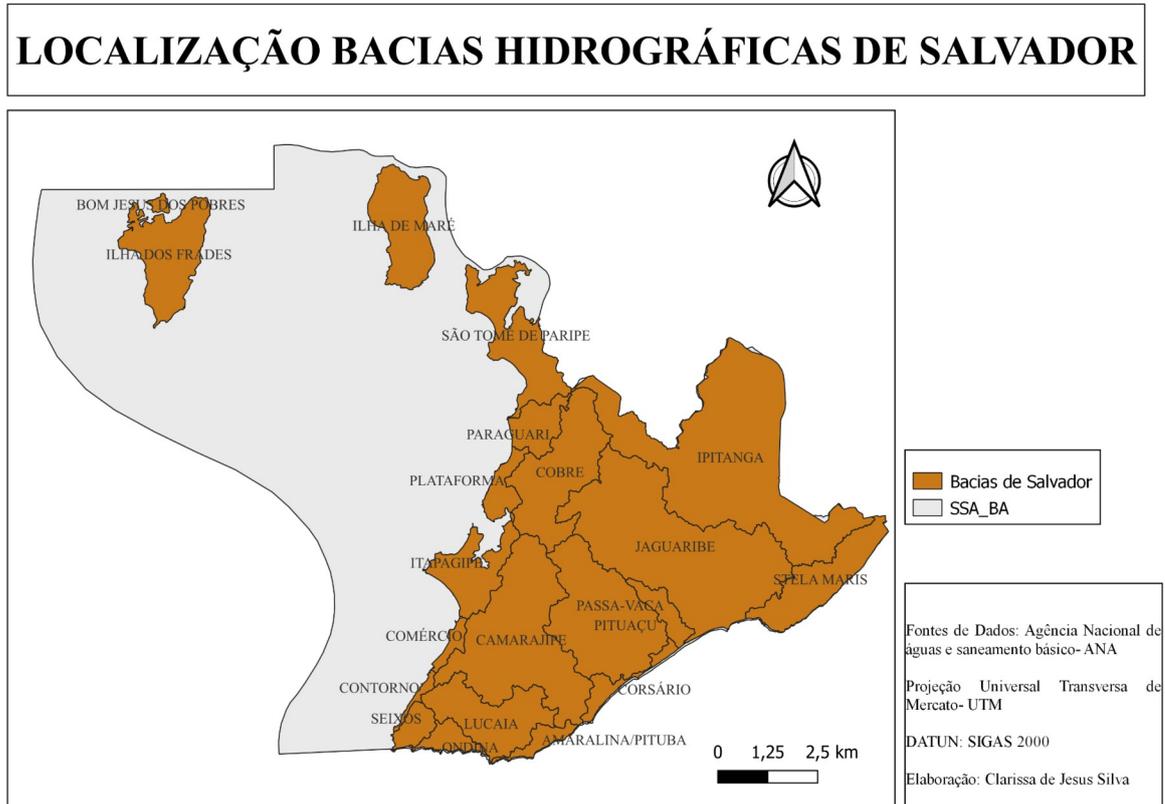
Ao contrário do esperado a partir dos planejamentos urbanos, a cidade de Salvador sofre frequentemente com inundações e alagamentos, acarretando altos prejuízos sociais, econômicos e sanitários.

De acordo com Alvares Neto (2006) a formação do escoamento superficial das águas pluviais, causadora de enchentes bem típicas no período outono-inverno, sofre influência de três principais parâmetros em Salvador, são eles:

- O índice pluviométrico da cidade, 1.850 mm/ano, é um dos maiores índices quando comparado com outras capitais brasileiras numa análise histórica de registros pluviométricos.
- Também traz informações sobre a distribuição mensal das chuvas, onde 67% do total precipitado durante o ano ocorre nos meses outono-inverno. Esse fator explica porque nesse período Salvador sofre com longos períodos de chuvas contínuas, de intensidade fraca, moderada e/ou alta que fazem o terreno saturar gradativamente, favorecendo o escoamento superficial ao reduzir de forma significativa a infiltração de água no solo. Deste modo, o processo de saturação do terreno associado ao tipo de solo da cidade e à ocupação desordenada das encostas são fatores essenciais para ocorrência de deslizamentos.
- Além disso, a topografia de Salvador, acidentada nos morros que compõem a paisagem natural, associada ao tipo de solo e ao elevado índice de ocupação das encostas com habitações construídas lado a lado aumentam a impermeabilização do solo local. Isso dificulta a infiltração de águas pluviais no solo.

Esses são os principais parâmetros que interferem diretamente na redução dos tempos de concentrações das bacias de drenagem pluvial, e simultaneamente favorecem a formação do processo da geração de enchentes.

Figura 10: Mapa de bacias hidrográficas do município de Salvador



Fonte: Autoria própria. 2024

#### 4.1.2. A Bacia de Itapagipe

O Conjunto de bairros de Itapagipe está compreendido em uma área de 7,20 km<sup>2</sup> e engloba uma população de 164.264 habitantes (IBGE, 2010), correspondente a 6,14% da população de Salvador, com uma densidade demográfica de 228,03 hab.

De acordo com o livro caminho das águas, historicamente o seu nome deriva do Tupinambá (Itapé-gy-pe) que significa “no rio da laje”, acredita-se que este nome inicialmente foi usado para um riacho que, próximo ao Engenho da Conceição, se despenha do penedo, na encosta da montanha, e vai ter ao mar, ao Norte da Cidade do Salvador. É o riacho que, outrora, se chamava de Itapagipe de cima. O período de intensa ocupação de Itapagipe aconteceu no fim do século XIX, com a instalação de várias indústrias, notadamente, as de tecido de algodão. Na metade do século passado a área da península já estava quase que

completamente ocupada, com extensas áreas de mar aterradas, além da construção de palafitas que avançavam sobre a Enseada dos Tainheiros e a do Cabrito. Atualmente, a Península de Itapagipe apresenta muitas marcas de uma ocupação desordenada e de precária infraestrutura.

No que se refere à drenagem das águas pluviais, essa bacia caracteriza-se pelo aterro da área de maré. A baixa declividade, a impermeabilização do solo e a influência da maré na vazão de escoamento, são fatores determinantes do sistema de macro e microdrenagem das águas pluviais desta área. Pertencentes a esta Bacia os bairros de: Boa Viagem, Bonfim, Calçada, Caminho de Areia, Jardim Cruzeiro/Vila Ruy Barbosa, Lobato, Mangueira, Mares, Massaranduba, Monte Serrat, Ribeira, Roma, Santa Luzia e Uruguai.

Figura 11: Mapa da bacia hidrográficas de Itapagipe no município de Salvador



Fonte: Autoria própria. 2025

A drenagem natural é dificultada na maior parte da região pelas baixas declividades topográficas, que retardam o escoamento de águas para o mar, sendo frequentes os episódios de alagamentos (Plano de bairros de Itapagipe, 2022). Os problemas decorrentes são bastante danosos, principalmente no que diz respeito à integridade das edificações e dos espaços

públicos e à mobilidade de pessoas e de veículos, interferindo diretamente na dinâmica da região em tempos de chuvas intensas. Os alagamentos também alimentam zonas encharcadas, gerando focos de insalubridade e de doenças.

A drenagem urbana é um tema que tem sido bastante discutido nos últimos anos, especialmente em função dos problemas enfrentados nas cidades em decorrência de enchentes e alagamentos. De acordo com Ribeiro (2013), a drenagem urbana é um dos principais serviços de infraestrutura urbana que tem impacto direto na qualidade de vida da população, uma vez que é responsável pela coleta e condução das águas pluviais para fora das áreas urbanas.

No entanto, como destaca Oliveira et al. (2015), a drenagem urbana enfrenta diversos desafios em função do modelo de ocupação do solo, que muitas vezes prioriza o uso do solo para fins urbanos, com a construção de edifícios e pavimentação, o que reduz a permeabilidade do solo e dificulta a infiltração das águas pluviais. Essa situação é agravada em áreas com baixas declividades topográficas, onde o escoamento das águas é mais lento.

Além disso, a falta de planejamento e de investimentos adequados em infraestrutura pode levar à obstrução dos sistemas de drenagem, como destaca Costa e Souza (2014) ao avaliar a situação na Enseada dos Tainheiros. Nessa região, a quantidade de resíduos acumulados, especialmente entulhos, prejudica o escoamento das águas pluviais e agrava a situação de alagamentos.

Por fim, é importante destacar a influência das marés no escoamento das águas pluviais em algumas regiões, como é o caso do Canal do Bate Estaca, citado por Ribeiro (2018). Essa influência pode ser agravada pelo assoreamento dos canais e pela falta de manutenção adequada dos sistemas de drenagem. Por isso, é fundamental investir em planejamento e em infraestrutura para garantir o adequado manejo das águas pluviais e reduzir os impactos negativos causados por alagamentos e enchentes.

## **4.2 Informações hidrográficas da região**

Segundo o plano de bairros de Itapagipe, historicamente à região possui 3 principais canais de macrodrenagem que não chegaram a constituir propriamente uma rede, principalmente em razão da descontinuidade e da variedade de soluções de engenharia, construídos sem uma concepção sistêmica, quase sempre em atenção a conflitos pontuais e emergenciais (Plano de Bairros de Itapagipe, 2022).

### *4.2.1 Canal da Suburbana*

O Canal da Suburbana é um importante curso d'água localizado na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. Ele atravessa diversas regiões e bairros da cidade, sendo fundamental para a drenagem pluvial da região.

De acordo com um estudo realizado por Santos et al. (2019), o Canal da Suburbana é um dos principais canais de drenagem da cidade de Salvador, com uma extensão de aproximadamente 10 km. O estudo aponta ainda que a área de drenagem do canal é de cerca de 40 km<sup>2</sup>, abrangendo diversos bairros da cidade, como Periperi, Plataforma, São João do Cabrito, entre outros.

Além de sua importância para a drenagem da região, o Canal da Suburbana também possui uma grande relevância histórica e cultural para a cidade de Salvador. Como destacado por Santos et al. (2019), o canal foi construído durante a década de 1920 e se tornou um importante elemento da paisagem urbana da cidade.

No entanto, apesar de sua importância, o Canal da Suburbana também enfrenta alguns problemas, como destacado por Almeida et al. (2018). Os autores apontam que, devido ao crescimento urbano desordenado na região, o canal tem sido alvo de diversos problemas de poluição e assoreamento, comprometendo sua capacidade de drenagem.

Para solucionar esses problemas, diversos projetos e iniciativas têm sido desenvolvidos ao longo dos anos, como destacado por Araújo et al. (2015). Entre essas iniciativas, estão ações de limpeza e desassoreamento do canal, bem como a implantação de sistemas de controle de poluição.

Figura 12: Canal da Suburbana



Figura 13: Canal da Suburbana



#### *4.2.2 Canal da Régis Pacheco*

O Canal da Régis Pacheco é um importante canal de drenagem que atravessa a cidade de Salvador, na Bahia. Sua construção foi realizada na década de 1970, com o objetivo de minimizar os impactos das enchentes na região.

Segundo o site da prefeitura de Salvador, o Canal da Régis Pacheco possui extensão de cerca de 6 km, com capacidade para escoar 200 m<sup>3</sup>/s de água. Ele é responsável por drenar as águas da região central de Salvador e dos bairros circunvizinhos, como Pernambués, Saramandaia e Cabula.

No entanto, o canal também é alvo de críticas e problemas, como destaca o jornal Correio da Bahia: "o Canal da Régis Pacheco é um dos pontos mais críticos da cidade em relação ao descarte irregular de resíduos. O acúmulo de lixo na área é um dos motivos que levam ao entupimento do canal e, conseqüentemente, a enchentes e alagamentos em períodos de chuvas mais intensas".

#### *4.2.3 Canal Central ou Canal do Bate-Estaca*

O Canal Central, também conhecido como Canal do Bate-Estaca, é um importante curso d'água da cidade de Salvador, na Bahia. O canal é responsável pelo escoamento de grande parte das águas pluviais e de esgoto da cidade, porém, como muitos outros corpos d'água da região, vem sofrendo com problemas de poluição e degradação ambiental.

Segundo o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador (PDDU), o Canal do Bate-Estaca possui um importante papel na drenagem urbana da cidade: "O Canal Central é o principal canal de drenagem pluvial da cidade e tem importância fundamental no controle das inundações nas áreas mais baixas da cidade." (PDDU Salvador, 2016)

No entanto, a poluição e a falta de tratamento adequado dos esgotos domésticos são problemas graves que afetam a qualidade da água do canal e de seus afluentes. Conforme relatório da Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Urbanismo de Salvador, "o Canal do Bate-Estaca apresenta elevados índices de poluição, com lançamentos diretos de esgoto e outros resíduos poluentes em toda sua extensão".

Além disso, a obstrução do canal por lixo e entulhos, aliada à reversão do fluxo devido às marés, tem sido um fator agravante para os problemas de alagamentos na região. Segundo a Superintendência de Conservação e Obras Públicas (SUCOP), "o Canal do Bate-Estaca possui

trechos de elevada obstrução, o que compromete o fluxo hídrico e a efetividade do sistema de drenagem" (SUCOP Salvador, 2019).

Diante desses desafios, diversas iniciativas vêm sendo implementadas para a revitalização e despoluição do Canal do Bate-Estaca. Um exemplo é o projeto "Cidadania nos Canais", que tem como objetivo a limpeza e a conscientização da população sobre a importância da preservação dos corpos d'água da cidade. Segundo a Empresa de Limpeza Urbana de Salvador (LIMPURB), "A ação objetiva estimular o uso sustentável dos canais, incentivando a população a preservar o meio ambiente e a manter a cidade limpa" (LIMPURB Salvador, 2021).

Figura 14: Canal do Bate-estaca (2020).



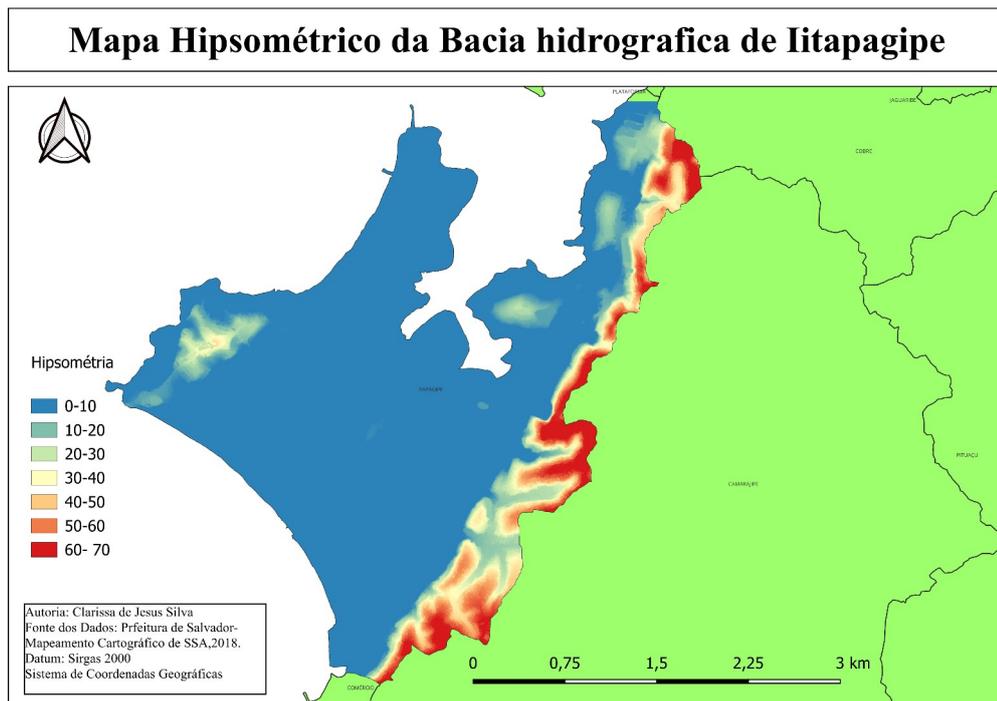
Fonte: Plano de Bairros de Itapagipe. Foto: Fernando Teixeira.

### 4.3 Modelo Digital de Elevação da Bacia

O modelo digital de elevação gerado neste trabalho foi criado a partir de um arquivo raster gerado no site Earth Explorer com a intenção de visualização de possíveis canais de cursos d'água além de analisar a topografia da região, observando se há mais áreas de declividade para escoamento natural de águas pluviométricas ou se nesta área se tem um espaço mais planejado.

À bacia de Itapagipe está localizada em um dos pontos mais baixos em relação à cidade de Salvador, observando a imagem gerada e colorida percebe-se que esta área é predominantemente de baixadas com zonas de altas altitudes ao seu redor, presume-se que essa característica dificulta o escoamento natural das águas pluviométricas ocasionando na maior probabilidade de possuir pontos de alagamento na região.

Figura 15: Mapa Hipsométrico da Bacia hidrográfica de Itapagipe.



Fonte: Autoria própria. 2025

#### 4.4 Determinação dos parâmetros físicos

Para analisarmos quanto aos parâmetros físicos, usa-se os dados obtidos através do software Qgis, no quadro 5 estão os resultados encontrados.

Tabela 1: Parâmetros físicos obtidos

<b>Fator de forma</b>	<b>0,45</b>
<b>Coefficiente de compacidade</b>	<b>2,02</b>
<b>Índice de circularidade</b>	<b>0,19</b>

<b>Índice de sinuosidade</b>	<b>Sem dados.</b>
<b>Tempo de concentração</b>	<b>Sem dados.</b>

Fonte: Autoria própria, 2024.

Analisa-se os resultados seguindo os parâmetros contidos nos quadros 1, 2, 3 e 4 que encontram-se na metodologia, poderemos concluir como esta bacia se comporta geograficamente.

#### **4.5 Avaliação da bacia**

Analisando os resultados do fator forma, obtido através da utilização do software, tem-se como resultado da equação o valor de 0,45. Desta forma, de acordo com o quadro 1, a Bacia de Itapagipe é caracterizada como não sujeita a cheias, assim como o coeficiente de compacidade. Para tal coeficiente, ao utilizar o mesmo método anteriormente descrito, foi obtido o valor de 2,02. Esse resultado novamente caracteriza a bacia como não sujeita a cheias, agora de acordo com o quadro 2.

Observando o resultado do índice de circularidade, a bacia de Itapagipe possui forma alongada, característica essa que, de acordo com o quadro 3, favorece o processo de escoamento. Entretanto, ao observar os fatores externos destacados no Plano de Bairros de Itapagipe (2021), o saneamento básico na bacia aqui avaliada enfrenta sérios desafios com relação a drenagem e manejo de resíduos sólidos, destacando-se como os serviços mais deficientes. São frequentes os alagamentos em toda a península e a enseada dos Tainheiros sofre com o acúmulo de resíduos, principalmente entulho, de acordo com o mesmo documento. Outro fator a ser levado em consideração é a impermeabilização do solo, já que, por ser uma região muito populosa e com baixas declividades, o sistema de drenagem enfrenta dificuldades, e o escoamento de águas para a baía é prejudicado por fatores como assoreamento e reversão do fluxo.

O índice de sinuosidade e o tempo de concentração da bacia não puderam ser analisados pela não obtenção de informações sobre a existência de canais e rios na região da bacia que está sendo estudada neste trabalho.

## 5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do SIG no software Qgis para a caracterização morfométrica da microbacia de Itapagipe na região de Salvador se mostrou fundamental para a análise das características físicas da bacia e na criação de mapas, pois permite a obtenção de informações precisas e detalhadas sobre o relevo, a drenagem, e outros aspectos morfométricos da área de estudo.

Neste trabalho utilizamos o Qgis como único aplicativo para a aplicação dos fundamentos teóricos e, com ele e outras fontes confiáveis de informação sobre a Bacia e a região urbana na qual ela está localizada, foi possível realizar uma análise dos índices morfométricos e comparar os resultados com os fatores externos que implicam nas problemáticas que existem nesta região.

Chegamos à conclusão que o resultado das equações de alguns fatores não sugerem que a região da bacia sofra com problemas como alagamento e deslizamento de terras. Entretanto, quando observada a topografia da região pelo mapa do MDE, observa-se que a sua área é muito planimétrica e, por ser uma região totalmente urbanizada, a impermeabilização do solo corrobora com a topografia e tais fatores em conjunto dificultam o escoamento. Além disso, há muitos problemas no manejo de resíduos sólidos, que chegam a interferir na eficácia e na funcionalidade do plano de drenagem que foi feito para esta região.

Portanto, a utilização do SIG na caracterização morfométrica de bacias hidrográficas, como a de Itapagipe, é de fundamental importância para a análise de futuros problemas que possam ser enfrentados na região e para o planejamento de planos eficazes de drenagem e coleta de resíduos, seguindo o fluxo topográfico da região e respeitando suas características e utilizando-as de modo que favoreça o desenvolvimento de ações mais eficientes e sustentáveis.

## 6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHER, P. D.; ADINARAYANA, J.; GORANTIWAR, S. D. Quantification of morphometric characterization and prioritization for management planning in semi-arid tropics of India: A remote sensing and GIS approach. *Journal of Hydrology*, v. 511, p. 850-860, 2014.

Almeida, L.C. (2011). “Análise espacial de dados com o Quantum Gis: exercícios realizados durante tópico especial ofertado pelo programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSC”, *Observatorium*, 3:173-194.

ALVARES NETO, Edgar. Problemática da drenagem Urbana em Salvador. *Revista VeraCidade – Ano I - nº 01*. 2006.

ANTONELI, V; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. *Rev. Caminhos da geografia, Uberlândia*, v.8, n.21, p 46-58, jun 2007.

ARRAES, C. L.; PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M., ZANATA, M.; CAMPOS, S. Morfometria dos compartimentos hidrológicos do município de Jaboticabal, SP. *Revista UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina*, v. 9, n. 1, 2010.

AUTOR.D. CPE Tecnologia. MDT e MDS: você sabe a diferença?.*Blog da topografia*, 26/09/2019.Disponível em: <<https://blog.cpetecnologia.com.br/mdt-e-mds-voce-sabe-a-diferenca/>>. Acesso em:10/2022.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as Matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. p. 187-208.

BATISTA, Marie Eugénie Malzac; SILVA, Tarciso Cabral da. O modelo ISA/JP-indicador de performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 11, p. 55-64, 2006.

BIER, Felipe Bublitz et al. Caracterização morfométrica e hidrológica da bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição, Florianópolis-SC. 2013.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 8 jan. 2007

- CAMANA, Jheini Cristina. Modelos digitais de Elevação: Aplicação em bacias hidrográficas. 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/12587/2/modelosdigitaiseleva%C3%A7%C3%A3ohidrogr%C3%A1ficas.pdf> Acesso em: 14/08/2024.
- CAMPOS, S.; FELIPE, A. C.; CAMPOS, M.; RECHE, A. M. Análise multicriterial aplicado na definição de áreas prioritárias ao uso agrícola da terra da bacia do Rio Capivara, Botucatu, SP. Irriga, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 66, 2015.
- CASTRO, L. I. S.; CAMPOS, S.; ZIMBACK, C. R.; KAISER, M. Sistema de Informações geográficas na formulação de indicadores ambientais para sustentabilidade dos recursos hídricos. Irriga, Botucatu. v. 19, n. 4, p. 655-674, 2014.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 3. ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1993.
- COSTA, A. B. et al. Análise de dados geográficos: uma revisão de conceitos e aplicações. Revista do Departamento de Geografia, v. 37, n. 2, p. 171-187, 2020.
- COSTA, Marcelo Augusto da et al. Análise de serviços de saneamento básico na bacia hidrográfica Apodi-Mossoró com aplicação de sistema de informação geográfica (SIG) livre e gratuito. 2019.
- CUNHA, Juliano César O uso do modelo digital de elevação como alternativa para correção dos efeitos da iluminação diferenciada em imagens de satélite, 2011. Disponível em: <https://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/cunha2001.pdf> Acesso em: 14/08/2024
- DOURADO, F. S. et al. Uso de SIG para mapeamento e análise de indicadores de saúde. Cadernos de Geociências, v. 11, n. 2, p. 96-107, 2021.
- FIGUEIREDO, M. A. G. D. O uso de indicadores ambientais no acompanhamento nos sistemas de gerenciamento ambiental. Produção, Belo Horizonte, v. 6, p. 33-34, 1996.
- GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. Hidrologia. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- GIOVANINI, Adenilson. O que são imagens raster e tipos existentes. Adenilson Giovanini Blog, 2023. Disponível em: <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/imagens-raster-o-que-sao-e-tipos-existent/#:~:text=com%20m%C3%A1xima%20aten%C3%A7%C3%A3o,-,O>

%20que%20s%C3%A3o%20imagens%20raster, tratamentos%20complexos%20para  
%20serem%20utilizadas.. Acesso em: 30 ago. 2024.

HORTON, R. E. Drainage-basin characteristics. *Bulletin of the Geological Society of America*, New York, v. 13, p. 275-370, 1932.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010 - Salvador (BA). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/salvador/panorama>. Acesso em: 3 set. 2024.

JACOBS, Jane. *Morte e Vida de Grandes Cidades*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

LEFEBVRE, H. *A revolução urbana*. Tradução de Sérgio Martins. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

Lima Neto, R. T.; Mendonça, L. A. R.; Pereira J. A.; Sousa, C. A. V.; Gonçalves, J. Y. B.; Frischkorn, H. Análise morfométrica e ambiental da microbacia hidrográfica do rio Granjeiro, Crato/CE. *Revista Escola de Minas*, v.61, p.365-369, 2008.

MACHADO, Walquíria; STIPP, Nilza Aparecida Freres. Caracterização do manejo de solo na microbacia hidrográfica do ribeirão dos Apertados-PR. *Geografia (Londrina)*, v. 12, n. 2, p. 47-56, jul./dez. 2003. Disponível em: <http://www.geo.uel.br/revista>. Acesso em: 3 set. 2024.

Manghi, G.; Cavallini, P. & Neves, V. (2011). “Quantum GIS: Um desktop potente e amigável”, *Revista FOSSGIS Brasil*, 1(2):10-15.

MARQUES, M. I. M. Propriedade da terra, Estado, relações capitalistas e formação territorial brasileira. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri; CRUZ, Rita de Cássia Ariza da (Orgs.). *Brasil presente!*. São Paulo: FFLCH/USP, 2020.

MORAES, A. C. R.; SANTOS, R. O. Uso do SIG na gestão de recursos naturais: revisão bibliográfica e reflexões. *Boletim Paulista de Geografia*, v. 97, n. 1, p. 94-112, 2019.

MORAES, A. R. et al. *A ocupação e os desafios urbanos da Península de Itapagipe: história e impactos no espaço urbano de Salvador*. Salvador: Editora Universidade, 2006.

OLIVEIRA, Arlindo Philippi Jr.; MALHEIROS, Tadeu F.; SOBRAL, Maria do Carmo A. *Drenagem urbana sustentável: conceitos básicos e aplicações práticas*. São Paulo: Manole, 2015.

OLIVEIRA, S. N.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. de; SILVA, T. M.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S.; GUIMARÃES, R. F.; SILVA, N. C. Delimitação automática de bacias de drenagens e análise multivariada de atributos morfométricos usando modelo digital de elevação hidrologicamente corrigido. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Porto Alegre, v. 8, n. 1, 2007.

PINA, M. F. Modelagem e Estruturação de Dados Não-Gráficos em Ambiente de Sistemas de Informação Geográfica: estudo de caso na área de saúde pública, 1994, p.5 a 21. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia. 1994

PINA, Maria de Fátima R. P. Parte II - Os sistemas de informações geográficas: conceitos e aplicações. In: NAJAR, AL., and MARQUES, EC., orgs. Saúde e espaço: estudos metodológicos e técnicas de análise [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1998. 276 p. História e Saúde collection. ISBN: 85-85676-52-3. 1998

RANDOLPH, Rainer. Os sistemas de informações geográficas: conceitos e aplicações. In: Planejamento urbano e regional. Análise territorial e sistemas de informações geográficas. Saúde e espaço: estudos metodológicos e técnicas de análise. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1998.

RIBEIRO, Cláudio Batista. Drenagem urbana e controle de enchentes: uma abordagem técnica e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SALVADOR. Decreto nº 27.111, de 22 de março de 2016. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador e dá outras providências. Disponível em: <[https://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/legislacao/Decreto-27111-2016-Salvador-BA\\_Bacias\\_Hidrograficas.pdf](https://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/legislacao/Decreto-27111-2016-Salvador-BA_Bacias_Hidrograficas.pdf)>. Acesso em: 3 set. 2024.

SALVADOR. Lei nº 9.069, de 30 de junho de 2016. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Salvador – PDDU 2016 e dá outras providências. Disponível em: <<https://sedur.salvador.ba.gov.br/pddu-2016/18-legislacao/65-leis-pddu>>. Acesso em: 3 dez. 2024.

SALVADOR. Secretaria de Desenvolvimento Urbano. Fundação Mário Leal Ferreira. Plano de Bairros de Itapagipe. Salvador: Fundação Mário Leal Ferreira, 2021.

SANTOS, A.H.M. Eventos Extremos de Chuva em Salvador, Bahia: Condições Atmosféricas e Impactos Ambientais. 2008. 65 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008

Secretaria de Desenvolvimento Urbano. Fundação Mário Leal Ferreira. Plano de Bairros de Itapagipe / Fundação Mário Leal Ferreira . Salvador, 2021. Disponível em: [http://biblioteca.fmlf.salvador.ba.gov.br/phl82/pdf/livros/Plano\\_Itapagipe.pdf](http://biblioteca.fmlf.salvador.ba.gov.br/phl82/pdf/livros/Plano_Itapagipe.pdf). Acesso em 24 abr. 2023.

SILVA, L. A. M.; RAMOS, F. S. Análise espacial no SIG: conceitos, métodos e aplicações. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 1, p. 7-25, 2020.

TEODORO, Valter Luiz Iost et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Brasileira Multidisciplinar, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007.